

ESTUDIO DE LESIONES CORTICALES MEDIANTE LA APLICACION DEL CONCEPTO DE CAPACIDAD DE CANAL

JORGE BOSSA SEGRERA ¹

Universidad Nacional de Colombia.

1.0. *Psicología y teoría de la información.*

Desde la aparición del libro de Shannon y Weaver (1949), y la introducción en psicología de las medidas informacionales por Miller y Frick (1949), la literatura al respecto no ha cesado de crecer. No es nuestro propósito realizar aquí la historia de la relación entre la psicología y la teoría matemática de la información (TMI), ni de las aplicaciones psicológicas de esta última. Nos interesa recalcar el hecho de que después de un gran auge en la literatura psicológica (década de los 50 y comienzos de la del 60), algunos de los conceptos que la psicología había tomado de la TMI fueron cayendo en desuso o empezaron a emplearse de manera independiente al de su formulación originaria en el marco de la TMI. Así, resulta banal encontrar hoy en día, y no sólo en la literatura psicológica, conceptos tales como comunicación, canal, ruido, etc., pero desligados, repetimos, de la TMI, sin que, por otra parte, ello implique restarle méritos a dichos usos.

En este artículo nos proponemos retomar uno de esos conceptos, el de capacidad de canal (CC) y examinar su

pertinencia en una aplicación inmediata y concreta: la detección de lesiones corticales (LC).

Es claro que si concebimos el organismo humano como un sistema, éste exhibe organizaciones a diferentes niveles y éstas en principio, podrán abordarse mediante la TMI. Esa es justamente una de sus funciones (Quastler, 1955b). Fue así como rápidamente los psicólogos se percataron que el problema no era tanto si debía emplearse la TMI, sino más bien cómo emplearla. En efecto, los conceptos de canal, CC, para tomar algunos ejemplos, sólo son funciones de naturaleza estadístico-probabilística y en esa medida sólo existen sobre el papel; en rigor no constituyen propiedades de los sistemas (Quastler, 1955b). Entonces, ¿sobre qué bases emplearemos la TMI? Creemos que es legítimo emplearla y en esto estamos de acuerdo con Quastler (1955b), cuando nos interesamos en la elucidación de eventuales correlatos psicológicos de algunas de sus aplicaciones y en ese caso resultará relevante cuando la empleamos en la construcción de mo-

¹ Psicólogo del Instituto Neurológico de Colombia y profesor del Departamento de Psicología de la Universidad Nacional.

delos. Para los fines que nos hemos propuesto y que se aclararán más adelante, y, de acuerdo al empleo del razonamiento analógico en cibernética, consideraremos el organismo humano y de manera más precisa, el sistema nervioso central (SNC) como un canal de comunicación.

2.0. *El concepto de capacidad de canal.*

Uno de los conceptos que más ha retenido la atención de psicólogos, así como también de biólogos, lingüistas y demás, ha sido el de CC. Este se basa en los conocidos postulados de Shannon que plantean que un canal de comunicación presenta un punto de saturación en su capacidad de transmisión a partir del cual no puede transmitir más información. Dicho punto de saturación o límite es la CC.

Con el fin de estimar la CC, existen dos procedimientos para aumentar la cantidad de información emitida ($H[x]$); o bien, aumentamos la tasa a la cual suministramos información, o sea, hacemos que la cantidad de información por unidad de tiempo aumente, o, ignoramos la variable tiempo e incrementamos la cantidad de información aumentando el número de estímulos alternativos (Miller, 1956). En este artículo sólo nos interesaremos en el último procedimiento.

2.1. Capacidad de canal con estímulos unidimensionales y resultados obtenidos.

Delimitado nuestro terreno recordemos entonces que de lo que se trata es de estimar la capacidad del SNC para establecer asociaciones bi-unívocas entre estímulos (x) y respuestas (y). Limitándonos al caso de estímulos unidimensionales, le presentaremos al observador diversos valores posibles del estímulo para que les asocie respuestas diferentes convenidas de antemano entre el observador y el experimentador. Las

asociaciones entre estímulos y respuestas estará dada por la medida informacional $T(x;y)$, o información transmitida, y se expresará en bits/signo.

Bajo esas condiciones y hasta tanto no se alcance la CC, no observaremos errores en la transmisión y $H(x)$ se transmitirá en su totalidad. Una vez alcanzada la CC, por mucho que aumentemos $H(x)$, la CC estimada a partir de $T(x;y)$ se mantendrá aproximadamente constante.

Con el procedimiento descrito se realizaron una gran cantidad de estimaciones de la CC en varios registros sensoriales y en diferentes dimensiones de los estímulos. El cuadro N° 1 ofrece un panorama parcial de esos resultados.

Las enseñanzas que pueden extraerse de los estudios anteriores fueron magistralmente sintetizadas por Miller (1956), en su famoso artículo "The magical number seven, plus or minus two". Son básicamente las siguientes: 1° en lo referente a la validez del concepto de CC para describir los observadores humanos, se concluye por la afirmativa; 2° parece existir una CC para cada registro sensorial y dimensión de estímulo y 3° dicha capacidad se revela relativamente baja.

2.2. Asimilación y generación de información.

En las experiencias antes aludidas se trataba siempre de estimar la capacidad del observador humano en la asimilación de información. Costermans (1969) planteó la necesidad de investigar lo que él denominó "la capacidad de generación de información". Stevens (1957), ya había descrito el procedimiento psico-físico así: "el método de la estimación de magnitudes tiene un inverso lógico en la producción de magnitudes— un posible método ignorado en gran parte hasta ahora. En vez de presentar una serie de estímulos en un orden irregular y pedirle al sujeto que juzgue sus magnitudes aparentes, el experimenta-

<i>Autores</i>	<i>Año</i>	<i>Registro sensorial</i>	<i>Dimensión de estímulo</i>	<i>Capacidad de canal</i>	<i>Notas</i>
Hake y Garner	1951	Visual	Localización	3.25	
Eriksen y Hake	1955 (a)	Visual	Tamaño	2.80	
Eriksen y Hake	1955 (a)	Visual	Brillo	2.30	
Eriksen y Hake	1955 (a)	Visual	Tonalidad	3.10	
Eriksen y Hake	1955 (b)	Visual	Tamaño	2.20	
Pollack, citado por Miller	1956	Visual	Longitud	1.00 2.60	t. exp. corto t. exp. largo
Pollack, citado por Miller	1956	Visual	Area	2.60 2.70	t. exp. corto t. exp. largo
Pollack, citado por Miller	1956	Visual	Dirección	2.80 3.30	t. exp. corto t. exp. largo
Pollack, citado por Miller	1956	Auditivo	Tonos	2.50	
Garner	1953	Auditivo	Intensidad	2.30	
Murphy	1966	Auditivo	Duración	2.04 2.77	t. exp. corto t. exp. largo
Beebe-Center et al.	1955	Gusto	Intensidad	1.90	
Geldard	1957	Táctil pasivo	Duración	1.50	estímulos mecánicos
Geldard	1957	Táctil pasivo	Intensidad	1.50	estímulos mecánicos
Geldard	1957	Táctil pasivo	Localización	2.80	estímulos mecánicos
Hawkes	1960	Táctil pasivo	Intensidad	1.35	estímulos eléctricos
Hawkes	1961	Táctil pasivo	Duración	1.27	estímulos eléctricos
Bossa	1970	Kinestesia	Localización	1.73	

Cuadro N° 1. Capacidad de canal en la asimilación de información en diversos registros sensoriales y dimensiones de estímulo.

dor podrá nombrar varias magnitudes y pedirle al sujeto que ajuste los estímulos para que produzca valores subjetivos proporcionales". El lector atento habrá observado que de paso hemos incluido la descripción del procedimiento seguido para estimar la capacidad en la asimilación de información. Es de suponer que la capacidad de asimilación y

la de generación, calculadas para el mismo registro y dimensión no varíen, es decir, alcancen valores aproximadamente iguales, ya que, "el repertorio de categorías en juego (categorías de asociaciones S-R), es sin duda el mismo y también porque las señales producidas por el organismo se controlan por retroalimentación" (Costermans, 1969). Los

trabajos de Goosens y Vercruyssen (1969), Denblyden (1969) realizados sobre la visión y el de Bossa (1970), realizado sobre la kinestesia, permitieron comprobar lo anterior.

Los hechos que se pusieron en evidencia mediante los trabajos que compararon la capacidad en la asimilación y en la generación de información fueron los siguientes: 1º la magnitud de la CC en la asimilación resultó ser ligeramente inferior a la obtenida en la generación y ello de manera sistemática, independientemente del registro sensorial; 2º la ligera superioridad para la generación se explica en virtud de los efectos de anclaje. En efecto, en la generación, los sujetos emplean su propio marco de referencia en la producción o generación de sus comportamientos. En la asimilación, por el contrario, los estímulos que los sujetos deben estimar, asimilar, son escogidos por el experimentador en base a una función psico-física promedio, común a todos los sujetos de la experiencia. En consecuencia, al sujeto le resulta mucho más fácil la tarea de generación. Esto se traducirá por un valor de $T(x;y)$ más elevado en la generación. Estos hallazgos se encuentran en continuidad con los realizados por Garner (1953) y Eriksen y Hake (1957), quienes también encontraron anclajes perceptivos en tareas de la misma naturaleza.

Con base en lo anterior se consideró necesario calcular la CC tratando de minimizar el papel jugado por los anclajes perceptivos. (Es necesario advertir que en los trabajos mencionados, se trataba de estimar y/o producir estímulos en determinadas posiciones). Para ello, en vez de calcular $T(x;y)$, se calculó $T(x_j;y)$ o sea, la información transmitida por posición dado un estímulo j . Con esta fórmula se podía averiguar si todas las posiciones resultaban igualmente discriminables. En ese caso, $T(x_j;y)$, tendería a ser igual por posición. Si por el contrario se encontraba que en algunas posiciones $T(x_j;y)$ ten-

día a ser más elevada que en otras, se podrían considerar dichas posiciones como aquellas que mejor se beneficiaban de los efectos de anclaje. De esa manera se pudo entender informacionalmente el papel jugado por los anclajes. Estos se revelaron particularmente fuertes en las posiciones extremas y en menor grado, en el punto medio.

Con este nuevo abordaje, la CC estaría dada por aquellas posiciones menos beneficiadas por los efectos de anclaje, o sea, aquellas cuyas $T(x_j;y)$ fuesen menos elevadas. Para más detalles sobre este punto, recomendamos los trabajos de Goosens, Denblyden y Bossa ya citados.

2.3. Problemas y alcances del concepto de capacidad de canal.

Una discusión absolutamente central para nuestro propósito fue la planteada por Hake (1955). En ella proponía establecer de manera clara y precisa el campo de aplicación del concepto de CC en psicología. Partía del hecho que "la medida de información registra de manera imparcial los resultados de tres tipos de operaciones muy diferentes". Ellas son, según Hake, la del juicio absoluto, la de identificación y la operación de nombrar u operación imitativa (mimetic). En su artículo, Hake terminaba planteando la necesidad de hacer acompañar toda medida de información transmitida de una definición operacional del contexto experimental en el cual había sido obtenida, al tiempo que consideraba que el concepto de CC sólo era útil en relación a la operación o tarea de juicio absoluto, afirmación esta que Quastler (1955a) corroboró en sus comentarios al artículo de Hake.

Lo anterior nos obliga a describir y diferenciar el juicio absoluto de otras operaciones o tareas, con el fin de aclarar qué es lo que estamos midiendo, y, nos ayude a entender cuál es la naturaleza del límite planteado por el concepto de CC.

2.3.1. La tarea de juicio absoluto y sus diferencias con tareas similares.

En la operación de juicio absoluto los diferentes valores de los estímulos se escogen con base en una dimensión sensorial en la cual los sujetos pueden reconocer diversas magnitudes. Ante la presentación de cada valor de estímulo, el sujeto responderá asignándole al estímulo un número que *ordenará* el estímulo presentado respecto a los otros posibles. En esta operación se destacan los siguientes elementos: a) las respuestas permitidas son respuestas de orden, o sea, no son respuestas específicas a los estímulos apareados con ellas. Son respuestas generales que pueden ser utilizadas para ordenar cualquier clase de acontecimientos. En otras palabras, no son respuestas identificatorias sino de juicio, es decir, indican la presencia o no de estímulo y su magnitud relativa; b) con cada respuesta el sujeto suministra información sobre los estímulos restantes del conjunto, o sea, cada respuesta sirve para ordenar un estímulo con respecto a los demás.

En las tareas u operaciones de identificación a medida que aparece cada estímulo el sujeto se limita a darle un nombre que identifica al estímulo como diferente de los restantes. No los relaciona con los restantes en términos de su magnitud y, además, las respuestas empleadas son respuestas aprendidas para la ocasión. Comparando con la tarea anterior, ésta se encuentra limitada por la habilidad discriminatoria de los sujetos y por el límite al número de asociaciones S-R que el sujeto pueda aprender y retener.

En las tareas u operaciones de nombramiento, la situación se presenta como en la anterior, sólo que aquí el sujeto debe identificar el estímulo mediante una respuesta específica al estímulo presentado. Son respuestas de nominación real, por ejemplo, presentar palabras y pedirle al sujeto que las lea.

El concepto de CC lo reservaremos para describir los límites que se obser-

van en operaciones de juicios absolutos. Este se refiere a la capacidad discriminativa del sujeto en la situación de juicio absoluto y sólo en ella.

Costermans (1969) ha precisado más aún las diferencias entre los juicios absolutos, que él denomina categoriales, y otros tipos de juicios, en este caso, los comparativos: en estos últimos se comparan de manera efectiva, objetiva y real dos estímulos entre sí, mientras que en el juicio absoluto la comparación se establece entre el estímulo presente y una escala estándar conservada en memoria que le permite al sujeto situar el estímulo presente en alguna de las categorías de su escala interiorizada. (Para una discusión más técnica del juicio categorial, ver Luce y Galanter, 1963).

Obsérvese, y es conveniente recordarlo, que no se trata en el juicio absoluto de establecer una medida de discriminación diferencial a la manera del umbral del mismo nombre. Comparte con ésta el hecho de que los estímulos que van a ser comparados (caso de la discriminación diferencial), o juzgados absolutamente (caso de los juicios absolutos), deben encontrarse separados al menos por la magnitud del umbral diferencial de la dimensión en cuestión (Hawkes y Warm, 1960).

Otras clasificaciones y distinciones han sido propuestas (Posner, 1964; Bush, Galanter y Luce, 1963 y finalmente, Coombs, Dawes y Tversky, 1970). Retomando esta última, en ella las tareas de juicios absolutos son consideradas como tareas de transmisión pura, en el sentido informacional, y el requisito que los autores establecen para que una tarea pueda ser considerada como de juicio absoluto es que los estímulos puedan ser discriminados y descartan de manera expresa el aprendizaje de las respuestas así como el establecimiento de asociaciones S-R. Vemos, pues, que a pesar de los años, existe un total acuerdo en lo referente a la naturaleza de la tarea del juicio absoluto.

2.3.2. Factores que influyen en la capacidad de canal.

Leonard (1955) y Alluisi (1957) entre otros, han realizado sistematizaciones de los factores que pueden influir en la magnitud de la CC. Nos interesa tratar uno de ellos, que a pesar de no ser determinante dentro de ciertos límites, no por ello es menos importante y debemos por lo tanto tenerlo en cuenta. Se trata del "espaciamiento" de los estímulos, es decir, de lograr una separación óptima de ellos para que en la situación experimental los sujetos no tengan dificultades suplementarias para discriminarlos y para que la tarea siga siendo una de juicio absoluto. Naturalmente, la mejor forma de resolver esta situación es recurrir a la construcción de escalas subjetivas con el fin de extraer de allí los valores de los estímulos debidamente espaciados o separados. Así han obrado la mayoría de los autores que han realizado estimaciones de CC.

El procedimiento anterior permite sin duda eliminar una fuente de error en la estimación de la CC, pero a un precio muy alto en tiempo y esfuerzo. Por su naturaleza, este problema no se plantea en la situación de generación de información. Por esto proponemos retener para el estudio de detención de LC esta última situación.

2.4. La capacidad de canal y el sistema nervioso central.

Resulta apenas obvio que nuestro interés fundamental es el de articular el concepto de CC al SNC, para así poder abordar el problema señalado. Para ello, es necesario plantearnos algunas preguntas acerca de la naturaleza de la CC y de sus posibles relaciones con el SNC.

2.4.1. Interpretación de la capacidad de canal.

Para Garner (1962), la CC estaría indicando el número máximo de cate-

gorías de estímulos que pueden ser perfectamente discriminados. Así, si encontramos una CC de 2 bits/signo en un canal dado, esto estaría indicando que en ese canal se podrán discriminar sin error 4 categorías de estímulos. Esta interpretación, que ha sido la más aceptada, presenta algunos inconvenientes o limitaciones. A nivel empírico se observa que cuando se trabaja *por encima* de la CC, algunos estímulos tienden a ser perfectamente discriminados y otros no. Si recordamos la discusión acerca de los anclajes, es de esperar que los estímulos que se encuentran beneficiados por los anclajes, sean los que con mayor probabilidad se discriminen perfectamente. Como la TMI es insensible al patrón de respuestas de los sujetos (Coombs, Dawes y Tversky, 1970), es imposible discernir, a partir de $T(x;y)$, cuáles fueron los estímulos perfectamente discriminados.

La forma de saberlo consiste en examinar los tableros de contingencia en donde se han registrado los datos, o calcular los errores por posición, o calcular $T(x;y)$ dado cada estímulo. Ahora bien, si el número de estímulos alternativos es muy elevado, resulta altamente probable que ninguno de ellos pueda ser perfectamente discriminado. En esas condiciones y sobre todo, cuando nos encontramos por encima de la CC, ¿qué sentido guarda el hablar de posiciones o estímulos perfectamente discriminables? ¿Cuál es el poder descriptivo del concepto de CC en esas condiciones? Lo único que se puede decir es que para la dimensión en cuestión, el sujeto podrá discriminar un número dado de estímulos; de existir más, el sujeto cometerá errores.

Como se puede ver, la interpretación consignada adolece de fallas. No rinde cuenta del hecho que analizábamos, no articula el concepto de CC a la actividad del organismo y, finalmente, resulta muy estadística. Si bien es cierto que la CC en sí no es una propiedad del SNC, puesto que es una estadística, no

ocurre así con el límite de la CC. Este límite bien puede considerarse como una propiedad del organismo humano (Quastler, 1955a) y dada su naturaleza, sería una propiedad del SNC.

Las insuficiencias anotadas nos han llevado a interpretar de manera un tanto diferente el concepto de CC. Este debe considerarse como el *número máximo de decisiones binarias correctas que un sujeto puede realizar secuencialmente en una tarea de juicios absolutos*. Vistas así las cosas, lo que ocurre cuando trabajamos por encima de la CC es que el sujeto puede sin duda seguir realizando decisiones binarias, pero éstas resultarán ineficaces, puesto que serán erradas. La interpretación que proponemos se basa en algunas suposiciones y comprobaciones experimentales relativas precisamente al papel de los anclajes en los juicios absolutos.

En una experiencia de Muller et al. (1955), citado por Costermans (1969), se trataba de efectuar juicios absolutos en relación al ángulo de inclinación de una barra fijada a un eje en una de sus extremidades y que podía desplazarse alrededor de éste, en el sentido de las manecillas del reloj. Se encontró una CC de 4.66 bits/signo. Esta capacidad excepcionalmente elevada se debe a dos anclajes perceptivos muy eficaces representados por la vertical y la horizontal. Al combinarse, dividen el espacio continuo en cuadrantes, cuatriplicando así el número de categorías utilizables, lo cual equivale a agregar dos bits a la capacidad. Tomando otro ejemplo, esta vez hipotético y propuesto por Costermans (1969), podemos suponer una situación en la cual un marcador puede ocupar diversas posiciones a lo largo de una regla horizontal. En esas circunstancias encontraremos una CC de, digamos 3.2 bits/signo, lo cual corresponde a unas 10 posiciones perfectamente discriminables (Hake y Garner, 1951 realizaron la experiencia anterior y encontraron dicho valor). Si introducimos otro marcador, fijo esta vez y en todo el

centro de la regla y siempre y cuando las posiciones o estímulos se encuentren debidamente espaciados, el sujeto discriminará una decena de categorías a cada lado del marcador fijo, lo cual aportará 1 bit suplementario. Para seleccionar la categoría adecuada es probable que el sujeto proceda por medio de una secuencia de decisiones binarias de la siguiente manera: primero decide si el marcador móvil se encuentra a la derecha o a la izquierda del marcador fijo. Esta es una decisión binaria que implica 1 bit; luego decide en cuál de las 10 categorías restantes hay que localizar el marcador móvil, obrando de la misma manera señalada. En nuestro estudio (Bossa, 1970), tuvimos la oportunidad de constatar que cuando trabajábamos con un número impar de posiciones, la posición intermedia se beneficiaba fuertemente de los efectos de anclaje y en consecuencia, $T(x_j; y)$ tendía a ser más elevada que en las otras posiciones a excepción de las posiciones en los extremos. Vemos, entonces, que ni siquiera es necesario que existan los anclajes objetivos: el sujeto puede, empleando para ello su esquema corporal situar sus puntos de anclaje y beneficiarse de ellos.

Así podríamos, al menos en teoría, "describir toda categorización como un conjunto de juicios dicotomizados" (Costermans, 1969).

2.4.2. ¿A qué nivel se sitúa la capacidad de canal?

Señalábamos anteriormente que en una tarea de juicios absolutos una condición necesaria era que los estímulos se encontrasen separados por al menos la magnitud del umbral diferencial de la dimensión que se estuviese considerando. También señalábamos que considerábamos análogamente el SNC como un canal de comunicación. Ahora bien, si examinamos las operaciones de codificación a nivel de los órganos sensoriales, constatamos que todos los órganos,

en cualquier dimensión de estímulo, pueden discriminar correctamente dos estímulos con tal que sean superiores al umbral absoluto y se encuentren separados al menos por un umbral diferencial. A lo largo de un continuum sensorial, podríamos entonces obtener varias decenas de discriminaciones correctas, tomadas de dos en dos, claro está, y que al ser traducidas a bits/signo, aventajarían considerablemente las CC que hemos señalado en el cuadro número 1. La conclusión que hay que sacar de ese hecho, es que la CC aparece como un límite a nivel central y no a nivel del sistema periférico de codificación sensorial.

La categorización de la experiencia consiste entonces en clasificar un continuum en un número pequeño de categorías. Si nos remitimos de nuevo al cuadro número 1, vemos que en términos generales, encontramos CC más elevadas en aquellos registros sensoriales y en aquellas dimensiones de estímulos que más importancia tienen para el hombre. En términos funcionales, esto significa que el organismo será capaz de comportamientos más finos y posiblemente más adaptados en aquellos registros y dimensiones en los cuales posee un alto poder discriminativo.

En cuanto a la naturaleza precisa del límite que estamos discutiendo, es poco lo que conocemos todavía. Miller (1956), reconoce factores estructurales a nivel del sistema nervioso así como factores de aprendizaje en el origen de la limitación. Nosotros consideramos que este punto requiere todavía mucho estudio pero creemos, que al igual que todo lo que acontece en el organismo, aquí habrá que reconocer el juego de factores internos y externos al organismo. De momento y dado el tipo de evidencia experimental recogida hasta ahora así como el tipo de operación involucrada, creemos que se trata de un límite en una etapa de un proceso de regulación comportamental que ocurre a nivel cortical. De ser así, la TMI resultaría ser un instrumento valiosísimo en

el estudio y cuantificación de la organización que exhibe el SNC en sus funciones de codificación de la experiencia.

2.5. El daño cortical concebido como ruido en la transmisión de información.

En TMI se considera ruido todo aquello que afecta la transmisión de información y hace que la señal que se recibe no sea necesariamente la emitida. Ahora bien, puede tratarse de una distorsión, en donde el efecto sobre la señal transmitida es siempre el mismo o, el efecto puede ser variable y esto ocurre cuando el ruido resulta ser una variable estocástica.

Aquí partimos de los supuestos de la teoría de la detección de señales en lo que se refiere a la naturaleza del ruido. El llamado "problema fundamental de la detección" (Swets, 1961) especifica que el ruido siempre se encuentra presente en el sistema sensorial y es aleatorio. En este contexto, proponemos que la LC se conceptualice como una clase especial de ruido, excepcionalmente presente en el SNC, y que puede producir efectos significativos en la transmisión de información. Entre ellos, el más notable será un decremento significativo de la CC. Este ruido se encontrará, pues, sobre-agregado al normal.

De acuerdo con lo que acabamos de plantear, consideramos que una forma de evidenciar la existencia de lesiones corticales será estimando la CC en lesionados corticales y comparándola con la CC de adultos normales. De comprobarse lo anterior², estaríamos no solamente aportando una técnica eficaz

² En la actualidad nos encontramos realizando dichas comparaciones con la colaboración de Lola Rico de Brieva y Stella Guevara, estudiantes del Departamento de Psicología de la Universidad Nacional, quienes amablemente decidieron realizar su tesis de grado sobre este tópico. Sea éste el lugar para reconocerles el valor de sus críticas, comentarios y formulaciones.

para la detección de lesiones corticales, sino que al tiempo estaríamos demostrando la validez del concepto de capacidad de canal en tanto que propiedad del SNC.

3.0. *Procedimientos empleados en la detección de lesiones corticales: insuficiencias.*

Las pruebas diagnósticas que emplea el psicólogo, neuro-psicólogo-pedagogo, y otros para determinar la existencia de lesión cortical y su eventual localización, han sido, en nuestra opinión, acertadamente criticadas por Elizur (1969) y Schroots (1972). No obstante, queremos plantear algunas precisiones.

La existencia en la psicología de fuertes tendencias empiristas permite entender parcialmente el estado de cosas criticado. Estas centran toda su atención en conductas finales, descuidando y olvidando el estudio de procesos y en esa medida, se ven imposibilitados para elaborar marcos conceptuales que rindan cuenta de los hechos.

Es bien sabido que uno de los mayores intereses de las llamadas pruebas neuro-psicológicas es la detección de lesiones corticales (Russel, Neuringer y Goldstein, 1970). Sabemos también que las llamadas funciones superiores dependen de la corteza cerebral. Estas funciones son justamente las que con mayor fuerza reciben el impacto de lo social y lo cultural. Y esto nos pone en presencia de una situación paradójica: tratar de evaluar las lesiones corticales con pruebas que no dependan de lo cultural. Esto, obviamente, resulta irrealizable y por eso resulta ilusorio diseñar instrumentos o procedimientos de evaluación de lesiones corticales que no se encuentren "contaminados" por los factores culturales. Entonces, ¿qué hacer? Por una parte, debemos esforzarnos en construir pruebas que se refieran a dimensiones básicas del funcionamiento psicológico y renunciar a la ilusión de eli-

minar lo cultural. Y por otra parte, y justamente para poder valorar en toda su importancia el peso de lo cultural y de otros factores, creemos, contrariamente a Russel et al. (1970), y de acuerdo con Goodglass y Kaplan (1974), que la vía no consiste en elaborar pruebas que le permitan a personal no calificado tomar decisiones "acertadas" en el área de la evaluación neuro-psicológica. Sólo una amplia experiencia en el terreno clínico, solidaria con una preparación teórica adecuada, podrá sensibilizar al examinador a los efectos combinados de complejos factores, que como los culturales, sociales, intelectuales, y orgánicos en general, constituyen la unidad bio-social de la persona y deben ser tenidos en cuenta en toda valoración psicológica.

4.0. *Abordaje de las lesiones corticales mediante el concepto de C.C.*

En ningún momento pretendemos que una evaluación de lesiones corticales mediante pruebas que estimen la CC agotará dicha evaluación. Consideramos que este es un problema pluri-dimensional y ninguna clase particular de pruebas podrá agotarlo.

Lo que sí pretendemos con el concepto de CC y su estimación, es lograr estudiar una dimensión que consideramos básica en el procesamiento de información a nivel del SNC, cual es la codificación de la experiencia en una de sus primeras instancias: la categorización, entendida ésta bajo la forma desarrollada en los puntos 2.4.1. y 2.4.2. del presente artículo.

Contrariamente a la gran mayoría de pruebas neuro-psicológicas, poseemos una unidad de medida, el bit, y una estadística, $T(x;y)$ que nos permiten realizar comparaciones directas entre un registro sensorial y cualquier otro, entre una dimensión de estímulo y cualquiera otra, aspectos estos que no han podido lograrse mediante las pruebas

existentes. En consecuencia, podremos comparar y estudiar los diversos grados de organización sobre una *misma base*.

Otros abordajes se limitan a constatar errores en la ejecución de conductas finales sin ligar dicha ejecución a procesos reales o hipotéticos del organismo. En nuestro caso, creemos que el plantear procesos de decisión a nivel central, que operarían de acuerdo con un código binario (que por otra parte correspon-

de al funcionamiento neuronal), nos permitirá, así lo esperamos, precisar diversos aspectos del funcionamiento del SNC, sobre la base del concepto de CC.

Por último, los comportamientos que se evaluarán, son relativamente simples y poseen la gran ventaja sobre otras situaciones testológicas de que todo el mundo ha tenido oportunidad de realizarlos y no solo esporádicamente, sino de manera cotidiana.

REFERENCIAS

- ALLUISI, E. A. (1957) Conditions affecting the amount of information in absolute judgments. *Psychol., Rev.*, 64, 97-103.
- BEEBE-CENTER, J. G.; ROGERS, M. S. & O'CONNELL, D. N. (1955) Transmission of information about sucrose and saline solutions through the sense of taste. *J. Psychol.*, 39, 157-160.
- BOSSA, J. (1970) *La capacité du canal humain dans la génération et l'assimilation d'information*. Etude portant sur des mouvements de l'avant-bras. Louvain, mémoire non publié.
- BUSH, R.; GALANTER, E. & LUCE, D. R. (1963) Characterization and classification of choice experiments. In R. D. Luce, R. R. Bush, and E. Galanter (eds.), *Handbook of mathematical psychology*. New York. Wiley.
- COOMBS, C. H.; DAWES, R. M. & TVERSKY, A. (1970) *Mathematical psychology*. New Jersey. Prentice-Hall.
- COSTERMANS, J. (1969) *Vers une cybernétique du comportement*. Louvain, cours imprimé.
- DENBLEYDEN, B. (1968) *La capacité du canal humain dans l'assimilation et la génération d'information*. Louvain, mémoire non publié.
- ELIZUR, A. (1969) *Elizur Test of Psycho-organicity: Children and Adults*. Los Angeles. Western Psychological Services.
- ERIKSEN, C. W. & HAKE, H. W. (1955 a) Multi-dimensional stimulus differences and accuracy of discrimination. *J. exp. Psychol.*, 50, 153-160.
- ERIKSEN, C. W. & HAKE, H. W. (1955 b) Absolute judgments as a function of stimulus range and number of stimulus and response categories. *J. exp. Psychol.*, 49, 323-332.
- ERIKSEN, C. W. & HAKE, H. W. (1957) Anchor effect in absolute judgment. *J. exp. Psychol.*, 53, 132-138.
- GARNER, W. R. (1953) An informational analysis of absolute judgment of loudness. *J. exp. Psychol.*, 46, 373-380.
- GARNER, W. R. (1962) *Uncertainty and structure as psychological concepts*. New York. Wiley.
- GELDARD, F. A. (1957) Adventures in tactile literacy. *Amer. Psychol.*, 12, 115-124.
- GOODGLASS, H. & KAPLAN, E. (1974) *Evaluación de la afasia y de trastornos similares*. Trad. por Silvia Cuschnir de Fairman. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana.
- GOOSENS, B. & VERCRUYSE, M. (1969) *La capacité du canal humain dans la génération de l'information*. Louvain, mémoire non publié.
- HAKE, H. W. & GARNER, W. R. (1951) The effect of presenting various numbers of discrete steps on scale reading accuracy. *J. exp. Psychol.*, 42, 538-566.
- HAKE, H. W. (1955) A note on the concept of "Channel Capacity". In Quastler, H. (ed.), *Information theory in psychology: problems and methods*. Glencoe Illinois. The Free Press.
- HAWKES, G. R. (1960) Cutaneous communication: absolute identification of electrical intensity level. *J. Psychol.*, 49, 203-212.
- HAWKES, G. R. (1961) Information transmitted via electrical cutaneous stimulus duration. *J. Psychol.*, 51, 293-298.
- HAWKES, G. R. & WARM, J. S. (1960) Maximum It. for absolute identification of cutaneous electrical intensity level. *J. Psychol.*, 49, 279-288.
- LEONARD, A. (1955) Factors which influence channel capacity. In Quastler, H. (ed.), *Information theory in psychology; problems and methods*. Glencoe Illinois. The Free Press.

- LUCE, R. D. & GALANTER, E. (1963) Psychophysical scaling. In Luce, R. D., Bush, R. R. & Galanter, E. (eds.), *Handbook of mathematical psychology*. New York. Wiley.
- MILLER, G. A. & FRICK, F. C. (1949) Statistical behavioristics and sequences of responses. *Psychol. Rev.*, 56, 511-324.
- MILLER, G. A. (1956) The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychol. Rev.*, 63, 81-97.
- MURPHY, L. E. (1966) Absolute judgments of duration. *J. exp. Psychol.*, 71, 260-263.
- POSNER, M. I. (1964) Information reduction in the analysis of sequential tasks. *Psychol. Rev.*, 71, 491-504.
- QUASTLER, H. (Ed.) (1955 a) *Information theory in psychology: problems and methods*. Glencoe Illinois. The Free Press.
- QUASTLER, H. (1955 b) Information theory terms and their psychological correlates. In Quastler, H. (ed.), *Information theory in psychology; problems and methods*. Glencoe Illinois. The Free Press.
- RUSSEL, E. W.; NEURINGER, C. & GOLDSTEIN, G. (1970) *Assessment of brain damage*. New York. Wiley.
- SCHROOTS, J. J. (1973) Prediction, inference and decision: an evaluation of the neuropsychological tests. In *Excerpta Medica, Neurology*, 50.
- SHANNON, C. E. & WEAVER, W. (1949) *The mathematical theory of communication*. Urbana. Univ. of Illinois Press.
- STEVENS, S. S. (1957) On the psychophysical law. *Psychol. Rev.*, 64 (3), 153-181.
- SWETS, J. A. (1961) Detection theory and psychophysics: a review. *Psychometrika*, 26, 49-63.

Universidad Nacional de Colombia

Los plantamientos presentados en el Cuadro C. E. y Sud G. J. (1953) sobre el Determinación de los términos (1953), simplificados y automatizados en Cuadro C. E. Sud G. J. y Terminología P. H. (1957) han tenido reconocencia en otros de América (del Norte: Hicks (1960, 1971), Ross y Levy (1960); de Europa: Hagenraad R. (1968, 1971, 1972), como en el Japon, Kasurita S. S. y otros (1967) y Tanaka y otros (1965); en India: Triandis y otros (1969); y en América Latina: De La Aldea E. (1971) y Diaz-Carrizosa y otros (1972). Tales plantamientos pueden sintetizarse en la siguiente forma:

1º El proceso de descripción o de juicio puede considerarse como la abstracción de un concepto en un conjunto experimental definido por un par de términos polares (Osgood, 1953).

2º Muchos conjuntos experimentales diferentes, o formas en que pueden variar los significados, son esencialmente equivalentes equivalentes, es decir que puede representarse por una dimensión (Osgood, 1953).

3º Un número limitado de conjuntos puede ser utilizado para definir un espacio semántico donde cabe la descripción de cualquier concepto (Osgood, 1953).

De una perspectiva más general, los tres tipos de experimentos que se describen en el Cuadro C. E. y Sud G. J. (1953) sobre el Determinación de los términos (1953), simplificados y automatizados en Cuadro C. E. Sud G. J. y Terminología P. H. (1957) han tenido reconocencia en otros de América (del Norte: Hicks (1960, 1971), Ross y Levy (1960); de Europa: Hagenraad R. (1968, 1971, 1972), como en el Japon, Kasurita S. S. y otros (1967) y Tanaka y otros (1965); en India: Triandis y otros (1969); y en América Latina: De La Aldea E. (1971) y Diaz-Carrizosa y otros (1972). Tales plantamientos pueden sintetizarse en la siguiente forma:

Cada una de las tres dimensiones EPA está representada por conjuntos de pares de adjetivos opuestos, y en cada par de adjetivos está constituido por 7 grados: tres positivos, tres negativos y un punto medio o neutral sin significado premeditado.

Cada uno de los tres Dimensiones EPA que dividen el espacio semántico a dos dimensiones a partir del punto medio neutral de las dimensiones de los pares de adjetivos en los cuales se miden los sujetos, donde se mencionan conjuntos de conceptos. De esta forma, la dimen-